



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**“APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS FRUTALES
DEL CANTÓN PATATE MEDIANTE FERMENTACIÓN SÓLIDA
PARA CULTIVO DE *Pleurotus ostreatus*”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: VERÓNICA GERMANIA ROBALINO VELASCO

TUTORA: DRA. JENNY MORENO MORA.

Riobamba-Ecuador

2017

©2017, Verónica Germania Robalino Velasco

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de Autor

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: **APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS FRUTALES DEL CANTÓN PATATE MEDIANTE FERMENTACIÓN SÓLIDA PARA CULTIVO DE *Pleurotus Ostreatus***, de responsabilidad de la señorita Verónica Germania Robalino Velasco, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

Dra.: Jenny Moreno

DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACION

Dr. Iván Ramos

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Verónica Germania Robalino Velasco declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes del documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Verónica Germania Robalino Velasco.

180460925-1

DEDICATORIA

El siguiente trabajo va dedicado con mucho cariño a Dios, mi familia, a mis padres y hermanos por ser el pilar fundamental y testigos intangibles de cada paso durante mi vida y nunca dejaron de confiar y apoyarme en cada momento.

Verónica Robalino V.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la vida, salud y con ello las herramientas para cumplir mis objetivos.

A mis padres y hermanos por ser el pilar fundamental y testigos intangibles de todos mis proyectos.

A la Dra. Jenny Moreno, directora de mi proyecto de titulación quien me ayudó con sus valiosos conocimientos y calidad humana a sacar este proyecto, desde el inicio hasta el fin.

A todos los docentes que durante mi carrera me apoyaron de una u otra manera con sus doctrinas, consejos, enseñanzas y buenos deseos.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias que ha cumplido con su objetivo de dotar a la sociedad profesionales capaces y eficientes para poder desenvolverse en la vida profesional.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	
1.MARCO TEÓRICO	
1.1. Clasificación taxonómica del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	4
1.2. Características del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	4
1.2.1 <i>Sistemas de producción</i>	5
1.3. Cultivo.....	6
1.4. Fases de cultivo.....	7
1.4.1. <i>Obtención del micelio</i>	7
1.4.2. <i>Siembra</i>	7
1.4.3. Preparación del sustrato.....	7
1.4.3.1. <i>Enriquecimiento del sustrato</i>	8
1.4.3.2. <i>Tratamiento térmico</i>	8
1.4.4. Inoculación.....	8
1.4.5. Incubación.....	8
1.4.6. Fructificación.....	9
1.4.7. Recolección.....	10
1.5. Fermentación en estado sólido (FES).....	10
1.6. Influencia de factores ambientales en la fermentación en estado sólido.....	11
1.7. Pudrición Blanca.....	13
1.8. Sistema Multienzimático.....	13

1.9.	Lignocelulotico.....	13
------	----------------------	----

CAPÍTULO II

2.METODOLOGÍA

2.1.	Ubicación del proyecto.....	14
2.1.2.	La primera etapa del laboratorio.....	14
2.1.2.1.	<i>Materiales, equipos y materia prima para la obtención de Pleurotus Ostreatus.....</i>	14
2.1.2.2	<i>Reactivos para la obtención de Pleurotus Ostreatus.....</i>	15
2.1.2.3.	<i>Metodología para la preparación del inóculo.....</i>	16
2.1.2.4.	<i>Propagación de la semilla primaria en cajas Petri.....</i>	16
2.1.2.5.	<i>Propagación de la semilla secundaria.....</i>	17
2.1.3.	Segunda etapa de campo: cultivo del hongo.....	19
2.1.3.1.	<i>Materiales, equipos y materia prima para la obtención del sustrato.....</i>	20
2.1.3.2.	<i>Metodología para la preparación de los residuales.....</i>	21
2.1.3.3	<i>Metodología para la preparación de la FES.....</i>	24

CAPÍTULO III

3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1	Análisis de la mezcla de los residuos a ser utilizados como sustrato final	28
3.2	Tablas de Valores obtenidos	30
3.3	Producción del hongo en sustratos diferentes	33
3.4.	Producción del hongo obtenido en la mezcla de los residuos	34
3.5.	Análisis Estadísticos de la variación de temperatura.....	35
3.6.	Análisis Estadísticos de la variación de humedad	35
3.7.	Métodos de evaluación de las variables.....	36
3.8	Análisis de variables	37
3.9.	Análisis bromatológico.....	42

CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- 1:	Taxonomía de <i>Pleurotus Ostreatus</i>	4
Tabla 2- 1:	Diferencias de una producción artesanal y una industrial	6
Tabla 3- 1:	Rango óptimo de los principales factores que afectan el crecimiento del hongo <i>Pleurotus Ostreatus</i>	9
Tabla 4-1:	Resumen de factores ambientales en la fermentación en estado sólido	11
Tabla 1- 2:	Materiales de laboratorio para la obtención de <i>Pleurotus Ostreatus</i>	14
Tabla 2- 2:	Equipos de laboratorio para la obtención <i>Pleurotus Ostreatus</i>	15
Tabla 3- 2:	Materia prima para la obtención <i>Pleurotus Ostreatus</i>	15
Tabla 4- 2:	Reactivos para la obtención <i>Pleurotus Ostreatus</i>	15
Tabla 5- 2:	Equipos de laboratorio para preparación del Sustrato	20
Tabla 6- 2:	Materia prima para preparación del Sustrato	20
Tabla 7- 2:	Reactivos para preparación del Sustrato	20
Tabla 8- 2:	Equipos de laboratorio para la FES	24
Tabla 9- 2:	Materia prima para la FES	24
Tabla 10- 2:	Reactivos para la FES	24
Tabla 1- 3:	Análisis del Bromatológico del sustrato a ser utilizado	28
Tabla 2- 3:	Características físicas de los hongos cosechados en residuos de Naranja	30
Tabla 3- 3:	Características físicas de los hongos cosechados en residuos de Tomate, Durazno y Mora	31
Tabla 4- 3:	Características físicas de los hongos cosechados en la mezcla de todos los residuos	32
Tabla 5-3:	Comparación de la producción en diferentes residuos frutales	33
Tabla 6-3:	Valores obtenidos en las cosechas	34
Tabla 7-3:	Variación de temperatura	35
Tabla 8-3:	Variación de Humedad	35
Tabla 9-3:	Evaluación de Variables	36
Tabla 10-3:	Tiempo total del cultivo	37
Tabla 11-3:	Días posteriores a la cosecha del hongo	38
Tabla 12-3:	Periodo requerido para la obtención del micelio	39
Tabla 13-3:	Número de hongos producidos	40
Tabla 14-3:	Peso de los hongos cosechados	41
Tabla 15-3:	Número de sombreros por racimo	41
Tabla 16-3:	Análisis Bromatológico del sustrato ya utilizado	42
Tabla 17-3:	Análisis Bromatológico del hongo producido	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Peso de los hongos producidos.....	34
Gráfico 2- 3:	Tiempo total de cultivo.....	38
Gráfico 3- 3:	Días posteriores a la cosecha del hongo	38
Gráfico4-3:	Periodo requerido para la obtención del micelio	39
Gráfico 5- 3:	Número de hongos producidos.....	40
Gráfico 6- 3:	Peso de hongos cosechados	41
Gráfico 7- 3:	Número de sombreros por racimo	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- 1:	Estructura del hongo <i>Pleurotus Ostreatus</i>	5
Figura 1-2:	Diagrama cualitativo para la preparación del inóculo	16
Figura 2- 2:	Propagación del hongo en cajas Petri.....	17
Figura 3- 2:	Trigo hidratado.....	17
Figura 4- 2:	Eliminación del exceso de agua.	18
Figura 5- 2:	Corte del inóculo para introducir en los granos de trigo.	18
Figura 6- 2:	Área completamente estéril.....	19
Figura 7- 2:	Hongo listo para la siembra.....	19
Figura 8- 2:	Ubicación del Cantón Patate	19
Figura 9- 2:	Diagrama para la preparación de los residuales	21
Figura 10- 2:	Residuos de Naranja.....	22
Figura 11- 2:	Residuos de Mora.....	22
Figura 12- 2:	Residuos de Guayaba	22
Figura 13- 2:	Residuos deDurazno.....	23
Figura 14- 2:	Residuos de Tomate	23
Figura 15- 2:	Secado de Frutas.....	23
Figura 16- 2:	Residuos Hidratados.....	23
Figura 17- 2:	Pasteurización del sustrato	24
Figura 18- 2:	Diagrama para la Fermentación en Estado Sólido.....	25
Figura 19- 2:	Siembra de los granos inoculados con los sustratos.....	26
Figura 20- 2:	Aparición de los primeros primordios.....	26
Figura 21- 2:	Cosecha del hongo adulto	27
Figura 22- 2:	Sustrato enriquecido con pleurotina	27

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	CAJAS PETRI
Anexo 1A:	Cepa de <i>Pleurotus Ostreatus</i> en cajas Petri
Anexo 2A:	Caja contaminada
ANEXO B:	RECOLECCIÓN DE FRUTAS
Anexo 1B:	En los huertos
Anexo 2B:	En la empresa de frutas
Anexo 3B:	En el restaurant Valle del Rio
ANEXO C:	MEZCLA DEL INÓCULO CON EL SUSTRATO.
ANEXO D:	INCUBACIÓN
ANEXO E:	APARICIÓN DE PRIMORDIOS
ANEXO F:	FRUCTIFICACIÓN
Anexo 1F:	Hongos en residuo de tomate
Anexo 2F:	Hongos en residuo de naranja
Anexo 3F:	Hongos en residuo de guayaba
Anexo 4F:	Hongo en todos los residuos
ANEXO G:	FINAL DE PRODUCCIÓN
ANEXO H:	DISPOSICIÓN FINAL DEL SUSTRATO UTILIZADO
ANEXO I:	RESUMEN DE LA PRODUCCIÓN DE <i>Pleurotus ostreatus</i>
ANEXO J:	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LOS RESIDUOS FRUTALES EMPLEADOS COMO SUSTRATOS

RESUMEN

La investigación sobre el aprovechamiento integral de residuos frutales del cantón Patate mediante fermentación sólida para la obtención de *Pleurotus ostreatus*, fue desarrollada en dos fases. La primera se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología Ambiental de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y consistió en la siembra y proliferación del micelio del hongo *Pleurotus ostreatus*. La segunda etapa se realizó en el Cantón Patate, provincia de Tungurahua, por contar con las condiciones ambientales apropiadas para el desarrollo del hongo; se utilizaron todos los residuos frutales de temporada existentes como: mora, naranja, durazno, guayaba, tomate de árbol. Este proyecto, constituye un proceso integral para el tratamiento y manejo de estos residuos, pues los restos como tallos y hojas generados en el cultivo y recolección de frutas proporcionan las características necesarias para la producción de este hongo comestible y el remanente del cultivo del hongo constituye un importante biofertilizante que puede emplearse para los mismos cultivos. Esta investigación constituye, por lo tanto, un ejemplo de la aplicación de tecnologías limpias, al eliminar los residuos contaminantes, que permite consecuentemente preservar la calidad del ambiente, así como también mejorar las condiciones de vida de los agricultores y de las personas y animales que habitan en el área de influencia. Los resultados obtenidos mediante el análisis bromatológico reportó, que la mezcla de todos los residuos tiene un pH de 4,33 una proteína de 29.67% y de fibra 37% con estos parámetros demuestra que si pueden ser empleados como sustratos para la fermentación sólida. El periodo total de producción fue 48 días; se realizaron cuatro cosechas, recolectándose 881 g., con un diámetro promedio de sombrero del hongo de 5,5 a 6 cm.; las producciones disminuyen cada cosecha. Desde la primera, en la que se obtuvo un peso de 449g hasta la última con 80 g., se obtuvo un buen crecimiento y desarrollo del hongo tanto en propiedades físicas, como peso y tamaño, organolépticas y palatabilidad. Se recomienda utilizar procesos biotecnológicos como la Fermentación Sólida.

Palabras clave: <BIOTECNOLOGÍA>, <MICROBIOLOGÍA>, <RESIDUOS FRUTALES>, <HONGO (*Pleurotus Ostreatus*)>, <FERMENTACIÓN SÓLIDA>, <PROCESO INTEGRAL>, <TRATAMIENTO>.

ABSTRACT

This research was about the integral management of fruit waste through solid fermentation to obtain the *Pleurotus ostreatus*. It was developed in Patate village in two phases. The first one was developed in the Environmental Biotechnology Lab in the Science Faculty in the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo and it consisted of sowing and mycelium mushroom *Pleurotusostreatusen* proliferation in agar sabouraud and then in wheat grain. The second stage was developed in Patate village, Tungurahua province because this place has the appropriate environmental conditions to grow the mushroom; all the seasonal fruit waste such as: blackberry, orange, peach, guava and tree tomato were used. This project consists of an integral process to treat and manage the waste, since the stems and leaves from the crops and fruit harvesting have the necessary characteristics for the production of this eatable mushroom and the crops leftovers of the mushroom are an important biofertilizer which can be reused in the same crops. Therefore, this research is an example of the application of clean technologies to eliminate the polluting waste, preserve the environmental quality and improve the life conditions of the farmers, the people and the animals that live around the area of influence. The results obtained from the bromatological analysis showed that the mix of all the waste has a pH (hydrogen potential) of 4.33, 29.67% of protein and 37 % of fiber; with these parameters it is demonstrated that these elements can be used as substrates for solid fermentation. The production time was 48 days; four crops were harvested and 881 grams of mushroom were picked, these had an average diameter from 5,5 to 6 cm of mushroom hat; the production decreased each harvest. In the first one a weight of 449 grams was harvested whereas in the last harvest there were 80 grams. A good growth and development of the mushroom was obtained in the physical properties, as weight and size, and also in the organoleptic characteristics, and palatability. It is recommended to use biotechnology processes such as the Solid Fermentation.

Keywords: <BIOTECHNOLOGY>, <MICROBIOLOGY>, <FRUIT WASTE>, <MUSHROOM (*Pleurotusostreatus*)>, <SOLID FERMENTATION>, <INTEGRAL PROCESS>, <TREATMENT>.

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de los tiempos, los hongos y el hombre han ido evolucionando conjuntamente, razón por la cual los hongos comestibles son apreciados principalmente por sus propiedades medicinales y su palatabilidad, al inicio de los años, éstos fueron considerados como un plato de reyes. Por lo que han sido utilizados como alimento y para curar enfermedades e incluso existen hongos que se han utilizado como sustancias alucinógenas en fiestas y ceremonias religiosas (SARABIA, 2012)

La inclusión y consumo de hongos comestibles en la dieta humana diaria, en nuestro país es escaso y existen pocas empresas dedicadas a su cultivo y comercialización, sin embargo, muchas investigaciones abalan la protección y desarrollo de este importante sector agroalimentario.

La mayoría de los hongos conocidos viven en la naturaleza saprofiticamente sobre materia orgánica muerta, y su principal rol ecológico es la degradación o descomposición de estos sustratos, reciclando y retornando a los suelos o a otros ambientes, los nutrientes básicos.

Los hongos poseen una gran capacidad degradativa; que poseen los hongos, más de 8.000 especies son perjudiciales para los vegetales, colonizan productos manufacturados o naturales, desde los alimentos y granos hasta papel, madera, hidrocarburos, plástico, cuero, productos farmacéuticos, pinturas, Aero combustibles, etc. (SIERRA GALVAN, 2014)

En el Cantón Patate, la generación, acumulación y el mal manejo de grandes volúmenes de residuos generados como resultado de las actividades agroindustriales y la comercialización de frutas, así como la presencia de industrias vinícolas está atentando con el equilibrio y preservación del ambiente.

El cantón Patate tiene una superficie de 815km², se encuentra ubicado en la provincia de Tungurahua y cuenta con una población aproximada de 6.720 habitantes donde la mayor parte de los habitantes son agricultores y dueños de vinícolas. Limita al norte con el cantón Píllaro al sur con los cantones de Baños y Pelileo al este Baños y al oeste con Píllaro.

El cantón se caracteriza por su clima, en las partes bajas es cálido y en la zona alta es templado, por esta razón existe una gran variedad de productos que se dan cómo son mandarinas, durazno, moras, fresas, papas, choclo, hablas, naranja, limón, tomate de árbol, tomate de carne, granadillas, chirimoyas entre otros.

El cantón Patate cuenta con tres parroquias los Andes, El Sucre y El Triunfo las cuales poseen una alta producción agrícola y ganadera; el mal manejo de residuos agroindustriales de frutas generados en las actividades productivas de la mayoría de los cultivos agrícolas y de los procesos industriales relacionados con su transformación, generan grandes volúmenes de residuos que generalmente son considerados subproductos de muy baja importancia económica.

El mal manejo y la falta de conocimiento en el aprovechamiento de estos desechos ocasionan primeramente contaminación paisajística y determinan una importante contaminación ambiental. Sin embargo estos residuales son excelentes sustratos que pueden ser utilizados para el cultivo de hongos comestibles como *Pleurotus Ostreatus* beneficiando la economía de los agricultores y del cantón. (FONSECA CORREA, 2013)

Los residuos generados durante la cosecha e industrialización de frutas son almacenados o depositados en forma inadecuada en zonas pobladas, ocasionando la proliferación de vectores como insectos y roedores que causan malestar en la población y contaminan el ambiente, pues, al no cumplir con los requerimientos mínimos necesarios para cuidar la salud, se presentan frecuentemente casos de alergias y otras enfermedades que afectan principalmente a las personas más vulnerables que son los niños y personas de la tercera edad.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En el cantón Patate no cuenta con un sistema de aprovechamiento técnico de residuos agroindustriales de frutas, que permita dar un manejo, tratamiento y disposición final adecuados; por medio de su aprovechamiento, los subproductos generados adquieren un valor agregado, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en el cantón disminuyendo simultáneamente los daños al entorno. Los agricultores pueden emplear los desechos agrícolas y agroindustriales para el cultivo, industrialización y comercialización de hongos comestibles.

Esta investigación y su posterior implementación constituye un importante aporte por medio de la aplicación de tecnologías limpias en áreas como la agricultura y la agroindustria; empleando sencillas y económicas técnicas biotecnológicas como la Fermentación en Estado Sólido proporciona una importante alternativa para el tratamiento integral de los desechos orgánicos, contribuyendo a disminuir el grave impacto ambiental que éstos causan, conservando así el frágil equilibrio ecológico mejorando simultáneamente la calidad de vida de los habitantes de la zona.

BENEFICIARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS.

Directos:

- ✓ Agricultores del cantón Patate
- ✓ Propietarios de las agroindustrias

Indirectos:

- ✓ Población del cantón Patate
- ✓ Industrias locales

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Aprovechar de manera integral los residuos frutales del cantón Patate mediante Fermentación Sólida para cultivar *Pleurotus Ostreatus*.

Objetivos específicos:

- Emplear los residuos frutales para el cultivo del hongo *Pleurotus Ostreatus*.
- Aplicar la Fermentación Sólida como técnica biotecnológica para el cultivo de hongos comestibles.
- Cultivar hongos comestibles, importante alternativa proteica para la alimentación humana, aprovechando residuos frutales del cantón Patate.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Clasificación taxonómica del hongo *Pleurotus Ostreatus*

Tabla 1- 1: Taxonomía de *Pleurotus Ostreatus*

Nombre Científico	<i>Pleurotus Ostreatus</i>
Nombre Común	Hongo Ostra, orejas blancas, Setas
Reino	Fungí
Subreino	Fungí superior
Clase	Basidiomicetos
Orden	Autibasidiomycetos
Familia	Pleurotace
Genero	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>Ostreatus</i>
Variedad	<i>Florida</i>

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

1.2 Características del hongo *Pleurotus Ostreatus*

Es un hongo, que, en su estado natural, crece en una infinidad de sustratos (sobre árboles, troncos, plantas leñosas) aprovechando a toda costa la madera y destruyéndola.

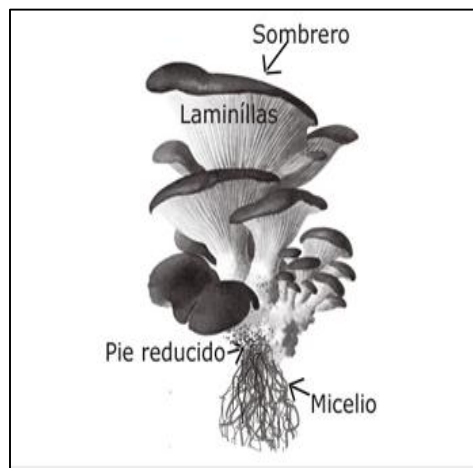


Figura 1- 1:Estructura del hongo *Pleurotus Ostreatus*

Fuente: Invernaderos Green House

La parte superior de la seta o sombrerillo es redondeada, cuando el hongo es joven su sombrerillo se va aplanando poco a poco. El tamaño depende de la edad, de 3 a 15 centímetros e incluso pueden encontrarse ejemplares muchos más grandes. El color depende de la variedad del hongo. (GARCÍA, 2013, p.4)

En la parte inferior del sombrero existen unas laminillas, las cuales van desde el tallo hasta el borde del sombrerillo, son espaciadas unas de otras son de color blanco o crema.

Las cuales contienen esporas para la reproducción de la especie, estas esporas tienen un tamaño microscópico de 7,5 a 11,5 y 3 a 5,6 micras no son visibles a simple vista se depositan en masa formando una especie de polvillo blanco.

El pie suele ser corto, duro y blanco si crecen en racimo y uno encima del otro, mientras que si tienen espacio y crecen separados su pie puede ser largo. (GARCÍA, 2013, p.4)

1.2.1 Sistemas de producción

La capacidad del *Pleurotus ostreatus* para crecer una serie de sustratos lignocelulósicos residuales y a un amplio rango de temperatura hace que este hongo, sea el más sencillo de cultivar. (Sánchez y Royse, 2002, pp. 67-89)

El cultivo *Pleurotus ostreatus* puede llevarse a cabo de forma industrial o artesanal, con la única diferencia de:

- ✓ El capital invertido
- ✓ Nivel de producción
- ✓ La organización de la empresa
- ✓ La productividad del sistema de producción

Tabla 2- 1: Diferencias de una producción artesanal y una industrial

	INDUSTRIAL	ARTESANAL
Sustrato	Composición enriquecida con aditivos	Material lignocelulósico, residuos agroindustriales
Picado	Picadora industrial	Granulometría
Humectación	Estanques de concretos y sistemas de humectación	Recipientes de metal o plástico
Esterilización	Calor húmedo(Túneles de pasteurización y autoclaves)	Tratamientos con agua caliente
Siembra o incubación	Mecanizada	Manual
Control de factores Ambientales	Sistema de aire acondicionado, sistema de riego por nebulización	Abriendo puertas y ventanas, riego manual.
Infraestructura	Diferentes salas de procesos	Todos los procesos en una misma sala.

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

1.3 Cultivo

En este proceso existe un consumo de nutrientes y degradación de la materia muerta, dando así la producción de setas o cuerpos fructíferos. (SIERRA GALVAN, 2014, pp. 4-6)

El micelio se va a desarrollar en la primera fase en granos de trigo, los cuales le proveen de los nutrientes necesarios para que inicie su crecimiento.

1.4. Fases de cultivo

1.4.1. *Obtención del micelio*

En una caja Petri se inocula un pequeño fragmento de seta en un medio de cultivo estéril, puede ser agar sabouraud

La inoculación del medio de cultivo se realiza con micelio y no con esporas por varias razones como:

- ✓ Se obtiene con mayor facilidad
- ✓ La invasión en el medio es más rápida
- ✓ Se obtiene más uniformidad en el momento de fructificación

1.4.2. *Siembra*

Consiste en mezclar el micelio con el sustrato ya preparado de un modo uniforme. La cantidad de micelio varía entre 1 y 5 % del peso húmedo.

A mayor cantidad, el desarrollo del hongo será mayor, más abundante y rápido, pero se incrementa la temperatura que debe ser controlada regularmente para evitar que perjudiquen el desarrollo del micelio.

El micelio se prepara en laboratorios en condiciones de absoluta asepsia, generalmente se germinan en placas y con agar maltosa u otros medios de cultivo específicos. (XAXENI GROUP, 2013, p. 2)

1.4.3. *Preparación del sustrato*

El sustrato a utilizar puede ser cualquier residuo o subproducto agrícola que se produzca en la región.

1.4.3.1. *Enriquecimiento del sustrato*

Algunos cultivadores añaden distintos aditivos como harina de maíz, heno picado, alfalfa deshidratada, salvado de arroz, etc.

En dependencia de las características del sustrato, se le añaden para mejorarlo y proporcionar mayor producción: harina de plumas, yeso, úrea.

1.4.3.2. *Tratamiento térmico*

Con este fin se realiza una pasteurización, con ello se consigue destruir semillas, insectos parásitos, hongos patógenos que puedan desarrollarse sobre el sustrato.

Cuando el sustrato tiene entre 20-25 °C y una humedad de 70% ya está preparado para la inoculación del micelio. (ESCOBEDO, 2014, p.6)

1.4.4. **Inoculación**

La inoculación debe realizarse en una zona completamente limpia, el operador deberá contar con los equipos de protección personal y todo material a utilizar deberá ser desinfectado con alcohol.

Se procede a colocar dentro de las fundas una capa de sustrato y una fina de la semilla del hongo y otra de sustrato así sucesivamente, inmediatamente al terminar de llenar las fundas se cierran y se etiqueta con la fecha de inoculación y el número de bolsa

Al tercer día se perforan las fundas para que elimine CO₂ y el hongo respire. (ESCOBEDO, 2014, p.7)

1.4.5. **Incubación**

Durante esta fase, las bolsas con la mezcla deben ser colocadas en un lugar absolutamente oscuro con una luminosidad baja o nula, esto permite al hongo que empiece a consumir los nutrientes y la degradación de la materia muerta

El crecimiento en las primeras 24 horas es lento ya que tiene que adaptarse al nuevo sustrato, el crecimiento acelerado empieza a partir de las 48 horas.

Los bloques de sustrato se colocan en la sala de incubación a 18- 22 °C. Para que el micelio crezca debe estar a una temperatura óptima de 25 °C. A los 10 a 20 días el micelio habrá invadido el sustrato.

Una vez colonizados los bloques, se empiezan a formar primordios. Se darán riegos frecuentes, pero no excesivos para evitar el desarrollo de enfermedades. (SOTO VELAZCO, 2003, p.3)

1.4.6. Fructificación

Cuando el sustrato haya sido invadido por completo, se retiran el plástico en su totalidad y se colocan en la sala de fructificación.

La temperatura debe ser fresca de 11-14 °C esto influye en la calidad de la seta y en la aparición de enfermedades

Se debe mantener una alta humedad y regar los sacos, también se debe disponer de un sistema de ventilación para evitar concentraciones de dióxido de carbono superiores al 0.07%

Esta seta produce una gran cantidad de esporas cuya acumulación puede provocar. La luz es necesaria para el fructificación normal del hongo de 8 a 12 horas diarias.

Se deja unos 25 a 30 días para que la luz permita que empiecen a brotar los hongos y alcancen su madurez y ya pueden ser cosechados.

Como en el caso del champiñón puede soportar unas tres cosechas, tras la última cosecha se vacía el local. (ZADRAZIL, 2011, pp.4-6)

Tabla 3- 1: Rango óptimo de los principales factores que afectan el crecimiento del hongo *Pleurotus Ostreatus*

PARÁMETRO	RANGO
Temperatura	20-26°C
Humedad relativa	85-90%
umedad del sustratoo	50-60%
Luz	Suficiente para leer, al menos durante una hora
Renovacion del aire	6 veces

Fuente: Zadrzil, 1978 y 1989; Chang y Miles, 1989.

1.4.7. Recolección

En la parte final el hongo ya ha alcanzado su madurez y tiene un diámetro de 10 a 13 centímetros. En el caso de este hongo puede darse de 2 a 3 cosechas, siendo la primera cosecha la más productiva y va disminuyendo. El hongo está listo cuando el sombrero está plano.

La cosecha se hace cortando el estípite justo a la base del tallo con la unión con el sustrato.

Se debe evitar producir hoyos en el sustrato (Oh, 2000, p.1)

VENTAJAS

- ✓ Constituye una importante alternativa a la alimentación, pues, no afecta los valores nutricionales
- ✓ No daña el entorno ecológico
- ✓ Los hongos se cultivan con técnicas sencillas.
- ✓ Se realiza un proceso integral, utilizando como materia prima, residuales y/o subproductos de fácil acceso considerados de menor o ningún valor.
- ✓ Aprovechamiento de los subproductos agrícolas de la región como sustratos para el cultivo del hongo comestible *P. Ostreatus* y posteriormente el residuo de la fermentación, como biofertilizante.

DESVENTAJAS

- ✓ Hasta el momento no se ha detectado ninguna desventaja.

1.5. Fermentación en estado sólido (FES)

Es el crecimiento de microorganismos sobre soportes sólidos húmedos en ausencia de agua libre.

El proceso se realiza desde el inicio de la vida, en el planeta de forma natural, fue y aún sigue siendo empleada de forma artesanal en algunos países para la fabricación producción y conservación de alimentos.

El objetivo principal es aumentar el contenido proteico y mejorar la conservación sin cambiar las características físicas (color, olor, sabor) de los alimentos. (PASTRANA, 2009, p.9)

Este proceso se lleva a cabo cuando el sustrato o es sólido.

VENTAJAS

- ✓ El proceso constituye una tecnología limpia.
- ✓ La aireación es facilitada por la porosidad que presenta el sustrato
- ✓ Existe baja actividad del agua, lo que evita el desarrollo de bacterias y hongos patógenos.
- ✓ Los medios de cultivo son simples, generalmente son productos o subproductos agrícolas, los cuales contienen grandes cantidades de nutrientes.

DESVENTAJAS

- ✓ Por la naturaleza del sustrato se dificulta la determinación de parámetros como temperatura, humedad y pH
- ✓ Los procesos son limitados por difusión por la transferencia de masa.
- ✓ El tiempo de fermentación es mayor debido a que se utilizan microorganismos que presenten bajas velocidades de crecimiento. (PASTRANA, 2009, p.11)

1.6. Influencia de factores ambientales en la fermentación en estado sólido.

Tabla 4- 1: Resumen de factores ambientales que influyen en el proceso de la fermentación en estado sólido

HUMEDAD Y LA ACTIVIDAD DEL AGUA.	<p>EL porcentaje de humedad en la Fermentación en Estado Sólido puede variar de 30 a 80% en dependencia</p> <ul style="list-style-type: none">-Del sólido utilizado- El microorganismo- El objetivo del proceso <p>-Eficiencia del proceso (interacciones entre el agua y el medio Sólido)</p> <p>La actividad se define como la humedad relativa de la atmosfera gaseosa en equilibrio con el sustrato.</p> <p>La actividad del agua no solamente ejerce influencia sobre el crecimiento sino también como la formación de productos.</p>
----------------------------------	--

PH	<p>Es otra variable que afecta al desarrollo del proceso debido a que su control es prácticamente imposible por la ausencia de instrumentos capaces de medir el PH e la capa de líquido que rodea al sólido, por lo tanto, se dificulta también durante el proceso de la fermentación.</p> <p>El PH cambia por diferentes razones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminuye por la secreción de ácidos orgánicos como el acético y láctico durante el proceso.
TEMPERATURA	<p>El crecimiento y formación de los productos son resultados complejos de reacciones químicas afectadas por la temperatura.</p> <p>La temperatura en la FES, es considerada el punto más crítico debido a la alta concentración de sustrato por unidad de volumen ya que favorece la acumulación del calor metabólico en el sistema y un aumento de la temperatura en el cultivo.</p>
LA CONCENTRACIÓN Y DISPONIBILIDAD DEL SUSRATO	<p>El medio de cultivo debe tener todos los nutrientes de forma balanceada para favorecer el crecimiento de los microorganismos.</p> <p>La relación entre elementos ejemplo C-N Y P-O</p> <p>La concentración del sustrato ejerce una influencia sobre el desarrollo del microorganismo.</p>
AIREACIÓN	<p>En la mayoría de procesos de fermentación en estado sólido participan microorganismos aerobios</p> <p>La aireación es un factor fundamental para el desarrollo del proceso.</p> <p>Se utiliza para suministrar el oxígeno necesario para extraer el CO₂ formado, así para extraer el calor metabólico.</p> <p>La aireación en la FES es más fácil que las fermentaciones sumergidas porque la superficie de contacto es mayor entre el aire y el líquido que absorben las partículas</p>
INÓCULO	<p>Influye el tipo de inóculo y la forma de inoculación durante el proceso.</p> <p>Los usos de inóculos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejor competitividad del hongo. - Reducción de la posible colonización del sustrato por microorganismos contaminantes. - La colonización más rápida debido a que se reduce los tiempos de incubación

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

1.7. Pudrición Blanca

Los hongos que descomponen la madera pudriéndola pueden ser clasificados de dos maneras: hongos de pudrición blanca o los hongos de pudrición castaña, ya que esta madera contiene altos niveles de celulosa, lignina y hemicelulosa.

Estos hongos de pudrición blanca tienen un sistema de enzimas de celulasa y ligninasa las cuales degradan las paredes de la madera, haciéndola perder firmeza; se vuelve esponjosa.

Los residuos de esta producción no son componentes muy estables para el suelo.

Se da en condiciones de demasiada humedad; básicamente son causados por hongos basidiomicetos, el modo de ataque es desde el interior de las fibras hacia la superficie.

1.8. Sistema Multienzimático

Los sistemas multienzimáticos se encuentran formados por más de una enzimas, cada una de ellas catalizan varias reacciones, son posibles de obtenerlas con métodos tradicionales las cuales catalizan varias reacciones relacionadas a una vía metabólica.(HERNANDEZ, 2015 Bogota, pág. 224)

1.9. Lignocelulótico

La lignocelulosa (celulosa, hemicelulosa y lignina) es el principal y más abundante componente celular de las plantas para producir la fotosíntesis que es la fuente de carbono para que éstas puedan producir energía(CUERVO, 2009, págs. 11-15)

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del proyecto

El cultivo del hongo se realizó en el cantón Patate, provincia de Tungurahua; es un valle, su principal actividad es la agricultura. Colinda con el cantón Píllaro y la provincia de Napo al norte; Al sur con los cantones de Pelileo y Baños, al este con baños y al oeste con los Cantones de Píllaro y Pelileo.

Posee una población de aproximada de 6.720 habitantes,

2.1.2. Primera etapa de laboratorio

Se realizó en el laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, ubicada en la Panamericana Sur, Km 1 ½ Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, con una altitud de 2750 msnm., en este laboratorio se realizó la propagación del hongo *Pleurotus Ostreatus*.

2.1.2.1. Materiales, equipos y materia prima para la obtención de *Pleurotus Ostreatus*.

Tabla 1- 2: Materiales de laboratorio para la obtención de *Pleurotus Ostreatus*

Mecheros	Frascos de vidrio
Asas de incubación	Papel aluminio

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

Tabla 2- 2: Equipos de laboratorio para la obtención de *Pleurotus Ostreatus*

Autoclave	Refrigeradora
Incubadora	Reverbero
Cámara de Flujo Laminar	Agitador
Balanza analítica	

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

Tabla 3- 2: Materia prima para la obtención de *Pleurotus Ostreatus*

Cepa de <i>Pleurotus Ostreatus</i> .	Granos de trigo
--------------------------------------	-----------------

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

2.1.2.2 Reactivos para la obtención de *Pleurotus Ostreatus*.

Tabla 4- 2: Reactivos para la obtención de *Pleurotus Ostreatus*

Agar glucosa sabouraud	Benomyl
Alcohol antiséptico	Agua destilada
Alcohol industrial	

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

2.1.2.3. Metodología para la preparación del inóculo

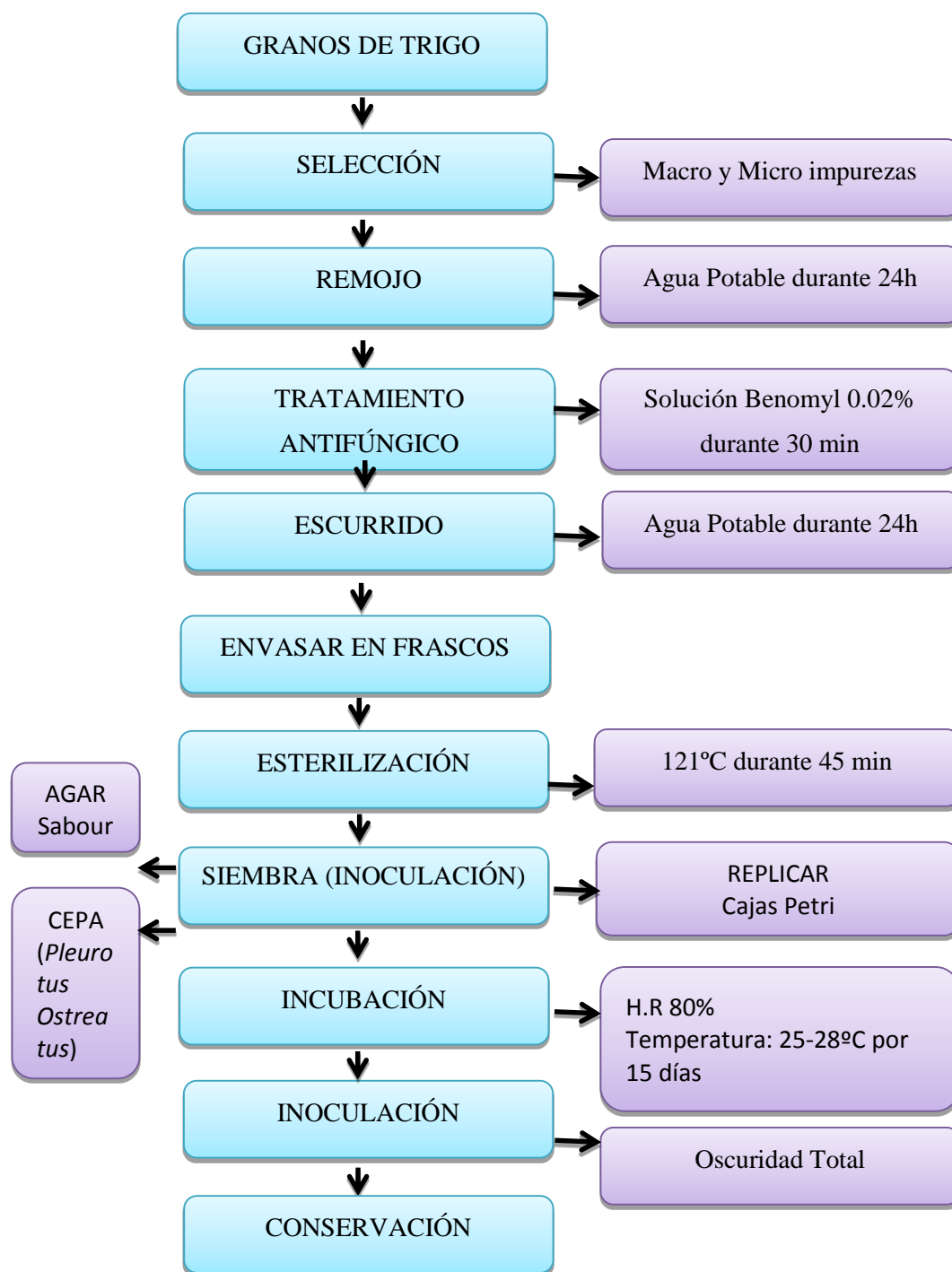


Figura 1- 2: Diagrama para la preparación del inóculo.
Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

2.1.2.4. Propagación primaria en cajas Petri

El material utilizado para la propagación de la cepa fue previamente esterilizado al igual que el medio de cultivo, en este caso se utilizó el agar Sabouraud en las condiciones especificadas de 121°C por 30 min.

La cepa del hongo *Pleurotus Ostreatus* fue reactivada en cajas Petri, este procedimiento se llevó a cabo en condiciones de asepsia dentro de la cámara de flujo laminar.

Las cajas fueron incubadas a una temperatura de 27 - 28 °C durante 2 o 3 semanas hasta que hayan sido completamente colonizadas por el micelio dando la apariencia similar al algodón



Figura 2- 2: Propagación del hongo en cajas Petri

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

Las cajas son controladas periódicamente para asegurar la ausencia de contaminantes, para obtener varias cajas Petri libres de patógenos.

2.1.2.5. Propagación de la semilla secundaria

La selección del sustrato para el inóculo del hongo fue el trigo por su resistencia a la contaminación y por su eficacia para desarrollar el micelio.

PRIMERA FASE

- ✓ Los granos de trigo fueron lavados para eliminar las macro y micro impurezas presentes. El trigo fue hidratado con agua potable durante 24 horas para que alcance la humedad requerida.



Figura 3- 2: Trigo hidratado

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

- ✓ Los granos son tratados con una solución anti fúngica (benomyl al 0.02%) durante 30 min con el fin de eliminar hongos patógenos, escurriendo posteriormente el exceso de agua.



Figura 4- 2: Eliminación del exceso de agua.

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

- ✓ Se envasaron los granos en frascos de vidrio por sus características apropiadas para la esterilización y manejo, fueron tapados con papel aluminio y auto clavados a una temperatura de 121°C por 30 min.

SEGUNDA FASE

- ✓ En la cámara de flujo laminar la cámara de flujo laminar, con ayuda de un bisturí se corta el micelio de la caja Petri en 6 o más fracciones, cada una de estas fracciones se coloca en los frascos con trigo, ya tratado, de manera que el micelio entre en contacto con el sustrato.



Figura 5- 2: Corte del inóculo para introducir en los granos de trigo.

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

- ✓ Es necesario trabajar con suma precaución para evitar la contaminación, utilizando alcohol para desinfectar las manos, los materiales de trabajo y de protección personal (guantes, mascarilla y cofia).



Figura 6- 2: Área completamente estéril

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

- ✓ Los frascos se incuban de 28 a 30°C en total oscuridad y en un lugar limpio y libre de contaminación.
- ✓ La etapa de incubación finaliza cuando el micelio cubre completamente los granos de trigo dando una apariencia de algodón, éste es un indicativo que el inóculo está listo para usarse.



Figura 7- 2: Hongo listo para la siembra

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

2.1.3. Segunda etapa de campo: cultivo del hongo

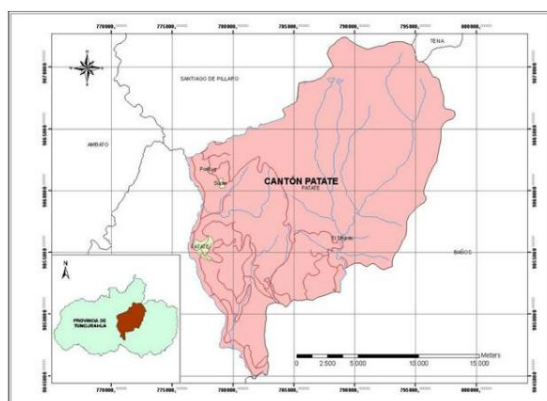


Figura 8- 2: Ubicación del Cantón Patate

Fuente: Instituto Geográfico Militar

La fase experimental para la producción del hongo se realizó en la provincia de Tungurahua Cantón Patate ubicado a 2200 msnm. Cuenta con las condiciones ambientales favorables para la ejecución del proyecto, así como también con la disponibilidad el espacio y de los residuos a utilizar.

2.1.3.1. Materiales, equipos y materia prima para la obtención del sustrato

Tabla 5- 2: Equipos de laboratorio para la obtención del sustrato

Balanza	Gavetas
Fundas plásticas	Recipientes plásticos

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

Tabla 6- 2: Materia prima para la obtención del sustrato

Residuos de durazno
Residuos de naranja
Residuos de tomate
Residuos de mora
Residuos de guayaba

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

Tabla 7- 2: Reactivos para la obtención del sustrato

Benomyl
Alcohol antiséptico
Alcohol industrial
Agua destilada

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

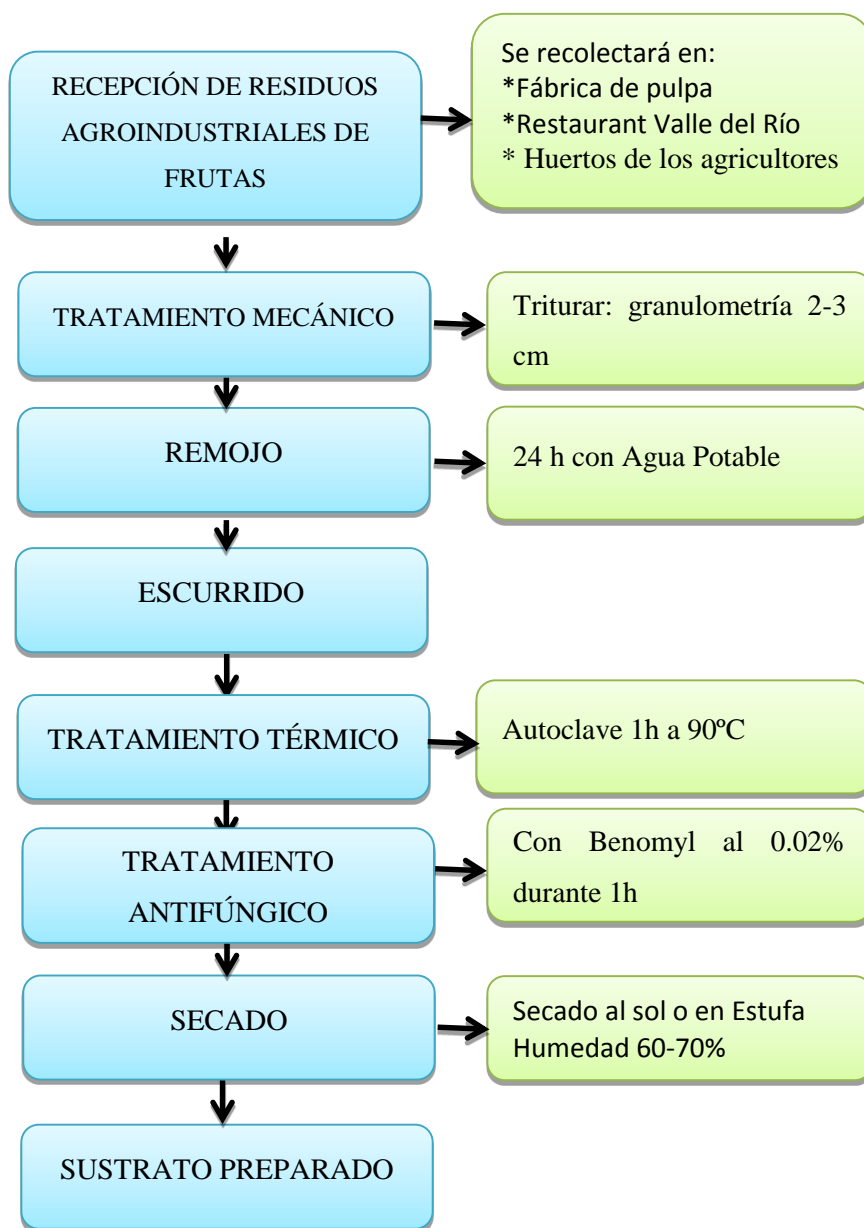


Figura 9- 2: Diagrama para preparación de los residuales

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

✓ **Para la preparación del sustrato se utilizó los desechos frutales obtenidos en:**

Restaurant Valle del Río ya que existe gran generación de residuos de naranja y limón que, al no ser utilizados, son desechados sin previo tratamiento ni clasificación.

La naranja es utilizada en grandes cantidades y la recolección de residuos de naranja se hizo los días domingos, en que hay más demanda del jugo.



Figura 10- 2: Residuos de Naranja

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

También se recibieron los residuos de una fábrica de pulpa la cual eliminaba los residuos en una fosa común en un huerto con la adición de cal para evitar la proliferación de insectos y roedores.

La pulpera procesa los domingos, por lo que se dispone de los residuos los lunes en la mañana; se preparan pulpas de distintas frutas cada mes.



Figura 11- 2: Residuos de Mora

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017



Figura 12- 2: Residuos de Guayaba

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

En los huertos de los agricultores existe una gran variedad de frutas, dado a que tienen grandes extensiones de terreno, y donde su principal ingreso es la agricultura y venta de frutas.

Los cultivos son rotados para que no exista desgaste ni erosión del suelo.



Figura 13- 2: Residuos de Durazno

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017



Figura 14- 2: Residuos de Tomate

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

- ✓ Los residuos fueron secados al sol, con la finalidad de poder reducirlos hasta obtener el tamaño apropiado



Figura 15- 2: Secado de Frutas

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

- ✓ A continuación, los residuos son hidratados durante 24 horas, luego se elimina el exceso de agua durante unos 30 min.



Figura 16- 2: Residuos Hidratados

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

- ✓ Los residuos son pasteurizados por 1 hora a 90°C con la finalidad de eliminar bacterias y hongos que podrían crecer en las frutas.



Figura 17- 2: Equipo de Pasteurización

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

- ✓ Una vez que los residuos de fruta alcanzan la temperatura ambiente son sumergidos en una solución anti fúngica de Benomyl al 0.02% por una de 1 hora para evitar la presencia de hongos patógenos.

- ✓ Una vez eliminado el exceso de agua, los residuos se secan hasta una humedad de 70 a 80%.

2.1.3.3. Metodología para la FES

Tabla 8- 2: Equipos de laboratorio para la FES

Balanza	Recipientes plásticos
Calentador eléctrico	Mesa
Mecheros	Pirola
Fundas plásticas	

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

Tabla 9- 2: Materia prima para la FES

Todos los residuos ya tratados anteriormente
Granos de trigo (INÓCULO)

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

Tabla 10- 1: Reactivos para la FES

Alcohol antiséptico
Alcohol industrial

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

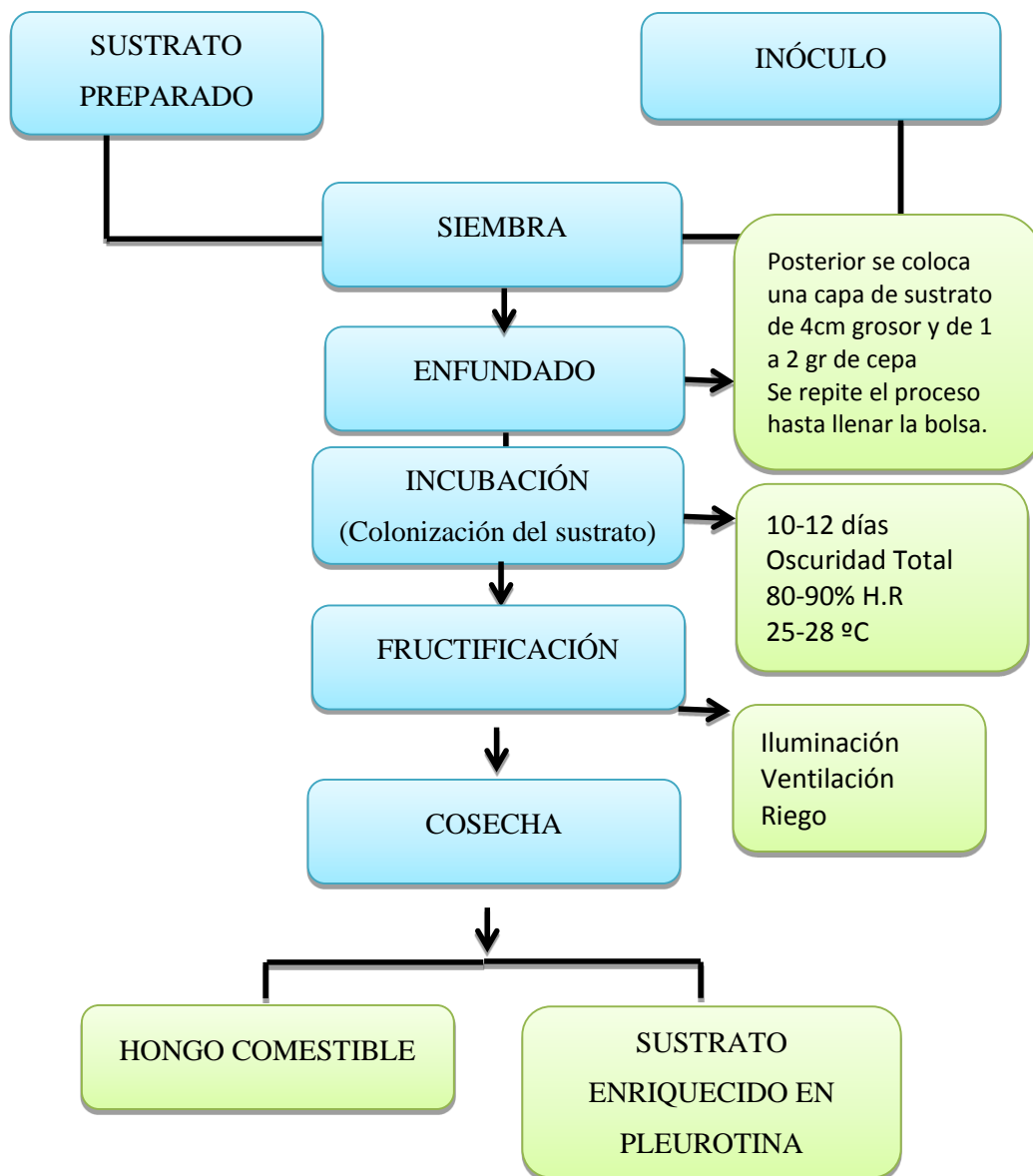


Figura 18- 2: Diagrama para la Fermentación en Estado Sólido

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

- ✓ Para la siembra, primeramente, se inocula el sustrato.



Figura 19- 2: Siembra de los granos inoculados con los sustratos

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

- ✓ El sustrato con el inóculo se coloca en fundas plásticas de 46x35 centímetros. Estas fundas deben permanecer en absoluta obscuridad y asepsia.
- ✓ La incubación se realiza en condiciones de asepsia y obscuridad absoluta, contralando la temperatura entre 24 y 28°C y una humedad de 70 a 90% a los 5 días se hacen orificios en las fundas para evitar el incremento de temperatura interior y evitar posibles inconvenientes en la colonización del micelio.
- ✓ Luego que los sustratos están completamente colonizados, se abren las fundas exponiéndoles a la luz solar, con aireación suficiente, conservando su temperatura y controlando la humedad cada hora. Igualmente, de ser necesario se ventila el ambiente para eliminar CO₂ que libera el cultivo en esta etapa.
- ✓ Luego de la presencia de los primeros primordios a los 8 o 10 días, el hongo alcanzará el estado adulto.



Figura 20- 1: Aparición de los primeros primordios

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

- ✓ Para determinar el momento de cosecha del hongo, se observa que éste tenga el sombrero plano, ese es el momento de cosecharlo. Para ello se utiliza un bisturí estéril, el corte se lo realiza en el tallo sin dañar o maltratar el sustrato.



Figura 21- 2: Cosecha del hongo adulto

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

El hongo se conserva en refrigeración manteniendo sus características hasta el consumo.

El sustrato enriquecido con pleurotina puede ser colocado directamente en los huertos del sector, o emplearlo para criaderos de lombrices, aprovechando de manera integral todos los residuos del proceso.



Figura 22- 2: Sustrato enriquecido con Pleurotina

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cultivo del hongo se realizó en el Cantón Patate (provincia de Tungurahua) ya que se cuenta con las condiciones ambientales (temperatura y humedad) favorables para la ejecución del proyecto, así como también cuenta con el espacio necesario y la disponibilidad de los residuos frutales a utilizar de acuerdo a la metodología correspondiente. Figura 18-2.

En el proceso inicial y fase de prueba se trabajó con residuos de naranja y limón, observándose descomposición del segundo residual, luego de varias pruebas se decidió prescindir de este residuo que, probablemente, debido a su alta acidez limita el desarrollo del hongo.

De las pruebas preliminares sobre residuos de naranja, mora, guayaba, durazno y tomate de árbol empleados individualmente como sustratos para el desarrollo y crecimiento del hongo *P. ostreatus*, se obtuvieron resultados favorables como se puede evidenciar en los Anexos 1F, 2F, 3F, 4F.

De acuerdo a la similitud y buenas características del hongo, como tamaño del píleo (sombrero) y peso, obtenidas en las pruebas anteriores, se pudo determinar que los cinco residuos empleados constituyen sustratos apropiados para el cultivo; en base a lo cual, y considerando la disponibilidad de los residuales se determinó emplear la mezcla de los cinco residuos como sustrato final de cultivo, cuyos resultados del análisis proximal se reportan en la Tabla 1-3

3.1 Análisis de la mezcla de los residuos a utilizar cómo sustrato final.

Tabla 1- 3: Análisis bromatológico del sustrato a ser utilizado.

ID MUESTRA	Humedad %	Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %	Azúcares totales %	pH	conductividad
residuo de frutas	89,24	29,67	37,00	1,40	11,41	1,90	4,33	1,2

Fuente: LABOQT Asesoramiento y Gestión Analítica

Los valores reportados de humedad, conjuntamente con la temperatura promedio que oscila entre los 27° y 29°C; en este caso se encuentran dentro de los rangos requeridos por el hongo para su crecimiento y desarrollo; los valores de proteína (29,67 %) , grasa, ceniza y azúcares totales determinan que el sustrato posee los elementos indispensables para el cultivo; el contenido de

fibra de 37,00% determina que ésta puede ser desdoblada fácilmente por el sistema multienzimático del hongo dadas sus características lignocelulóticas; el sustrato es una apropiada fuente de carbono y satisface las necesidades inmediatas de *P. Ostreatus*.

El pH reportado (4,33) es ácido, sin embargo, se obtuvo un buen desarrollo y crecimiento del hongo durante su cultivo, con un 29,67% de proteína y un 37,00 de fibra. De acuerdo a la información bibliográfica, este tipo de cultivo requiere condiciones de pH neutro o próximo a la neutralidad, en trabajos relacionados sobre el cultivo en raquis de palma aceitera, a un pH de 7,4 se reportan un 3.24% Proteína, 39.92% Fibra, en tusas de maíz y Rastrojo de quinua, el pH del sustrato 6.6 en la composición química de los residuales para la tuza es 25.99 de fibra, 3.86% de Proteína, mientras que en el Rastrojo de quinua 55.29% de fibra, 10.85%, Residual de cáscara de cacao pH 6, Proteína 5.50% y Fibra 30.05%; información que determina que los residuos de fruta son aptos para emplearse como sustrato para cultivar el hongo *P. Ostreatus*; de materiales ricos en lignina y celulosa, se obtienen altos rendimientos de producción, siendo la única fuente de carbono el material celulósico,

En la presente investigación los rendimientos de producción son elevados; las características físicas del hongo cultivado, como: tamaño, peso, características del píleo (reportadas en las tablas N° 2-3, 3-3 y 4-3) y la excelente palatabilidad, son similares a las obtenidas a partir de otros residuales; lo que determina que el pH, en este caso, no ejerce influencia sobre el cultivo y que éste se ve favorecido por el alto contenido de azúcares presente 1,90%.(Tabla 1-3) en el sustrato de frutas empleado en el tratamiento, que conjuntamente con el material celulósico constituye su principal fuente de carbono.

3.2 Tablas de valores obtenidos

Tabla 2- 3: Características físicas de los hongos cosechados en Residuo de Naranja

RESIDUO DE NARANJA							
Nº	Peso (g)	Ancho sombrero (cm)	Largo sombrero (cm)	Nº	Peso (g)	Ancho sombrero (cm)	Largo sombrero (cm)
1	15	7	8	31	18	8	9,5
2	9	5,5	6	32	6	7,5	5
3	10	7	6,5	33	18	5	6,5
4	6	4,5	5	34	8	5	4
5	6	4,5	6,5	35	4	4	5
6	3	3,5	4,5	36	3	3,5	2,5
7	6	4	3,5	37	3	3,5	3,5
8	3	4	4,5	38	6	4,5	6,5
9	2	4	3,5	39	3	3,5	4,5
10	6	4,5	5,5	40	6	4,5	5,5
11	5	5	5	41	4	4,4	4,5
12	5	4,5	4	42	6	4	3,5
13	3	4,5	4	43	2	4	3,5
14	8	5	4	44	2	8	8
15	4	4	5	45	5	8	7
16	3	3,5	2,5	46	4	4,4	3,3
17	3	3,5	3,5	47	8	12	8,5
18	3	4,5	5	48	7	7	5,5
19	3	4,5	4	49	6	6	5,5
20	8	4,5	7	50	5	4	5
21	12	6	7	51	5	4,5	4,5
22	6	5	5	52	7	5,5	4
23	7	5	5	53	12	6	6
24	6	5	6	54	14	6	7,5
25	2	3,5	3,5	55	10	6,5	8
26	19	7	8	56	6	4,5	6
27	7	5,5	5,5	57	6	4,5	5
28	4	4,4	4,5	58	6	4,5	5,5
29	9	9	7,5	59	3	4	4,5
30	8	5	7	60	11	7,5	6

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

Tabla 3- 3: Características físicas de los hongos cosechados en Residuo de Tomate, Durazno, Guayaba, Mora

RESIDUO DE TOMATE				RESIDUO DE DURAZNO				RESIDUO DE GUAYABA			
N	Peso (g)	Ancho sombrero (cm)	Largo sombrero (cm)	N	Peso (g)	Ancho sombrero (cm)	Largo sombrero (cm)	N	Peso (g)	Ancho sombrero (cm)	Largo sombrero (cm)
1	26	9	9	1	6	4	5,5	1	6	6	6
2	14	6	8	2	6	5	5,5	2	7	6,5	7
3	20	8	9,5	3	4	5	6	3	5	3,5	3,5
4	13	7	8	4	4	5	4,4	4	6	4,5	6,5
5	12	7	7	5	3	4	3,5	5	3	3,5	4,5
6	7	6	5,5	6	1	3,5	2,5	6	6	6	6
7	9	6	5					7	7	6,5	7
9	17	7,5	9	RESIDUO DE MORA				9	6	4,5	6,5
10	13	7,5	7	N	Peso (g)	Ancho sombrero (cm)	Largo sombrero (cm)	10	3	3,5	4,5
11	15	8	8	1	15	5	6	11	5	4,5	5,5
12	4	5,5	5	2	8	5	4	12	6	4,4	4,5
13	5	6,5	4	3	7	5	3,5	13	3	4	6
14	4	5,5	4	4	11	7,5	4,5	14	8	5,6	4
15	5	5	3,5	5	8	5	4	15	5	3,5	4
16	5	5,5	3	6	10	6	4,5				
17	12	6	6,5	7	2	4	4				
18	8	6	8	8	5	4	3				
19	11	8	7	9	4	3	5				
20	8	6	7	10	3	3	4				
21	8	7	7								
22	8	4,5	5,5								
23	6	6	5								
24	6	5,5	4,5								
25	5	5	9								
26	7	7,5	7								
27	5	8	7								
28	7	5	5								
29	6	5	7								
30	4	5,5	5								
31	5	6,5	4								
32	4	5,5	4								
33	5	5	3,5								
34	5	5,5	3								

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

Tabla 4- 3: Características físicas de los hongos recolectados en el sustrato final.

MEZCLA DE RESIDUOS											
Nº	Peso (g)	Ancho sombrero (cm)	Largo sombrero (cm)	Nº	Peso (g)	Ancho sombrero (cm)	Largo sombrero (cm)	Nº	Peso (g)	Ancho sombrero (cm)	Largo sombrero (cm)
1	15	7	8	40	13	8	9	78	12	5	8
2	9	5,5	6	41	8	5,5	5	79	6	6,5	5
3	10	7	6,5	42	7	6	6,5	80	7	7,5	6
4	6	4,5	5	43	9	5	5	81	10	6,5	7,5
5	6	4,5	6,5	44	8	4,5	6,5	82	19	12	8,5
6	3	3,5	4,5	45	7	4	4,5	83	6	7	5,5
7	6	4,5	5,5	46	6	4,5	5,5	84	5	6	5,5
8	5	5	5	47	5	5	5	85	15	9	7,5
10	37	8	8,5	48	7	4,5	8	86	12	8	6,5
11	12	5	6,5	49	8	3,5	6	87	16	9	7,5
12	14	6	6,5	50	9	4,5	6,5	88	5	7	6,5
13	13	6,5	7	51	7	5	5	89	14	10	8,5
14	6	5	4	52	7	4,5	8	90	5	7	5,5
15	7	4,5	5	53	5	3,5	6	91	7	7	5,5
16	8	4,5	5	54	7	4,5	6,5	92	10	6	7,5
17	10	5	6,5	55	9	5	8	93	6	8	5
18	16	6,5	8	56	7	4,5	6	94	8	9	8,5
19	8	5	5,5	57	7	3,5	6,5	95	7	7	5,5
20	3	3,5	4,5	58	5	4,5	7,0	96	5	7	5,5
21	6	4,5	4,5	59	6	5	5	97	15	8	7,5
22	5	5	4	60	6	5	4	98	7	8	5
23	5	3,5	5	61	12	5	8	99	6	4,5	6,5
24	13	7	8	62	6	6,5	5	100	3	3,5	4,5
25	4	6	6	63	7	7,5	6	101	6	4,5	5,5
26	9	7	7,0	64	10	6,5	7,5	102	5	5	5
27	8	4,5	5	65	10	8	8	103	5	5	4
28	7	5	6,5	66	11	6,5	7,5	104	3	3,5	4,5
29	6	4	4,5	67	7	9	8	105	6	4,5	5,5
30	6	7	7,0	68	12	5	8	106	5	5	5
31	8	4,5	6,0	69	6	6,5	5	107	6	4,5	6,5
32	5	3,5	6,0	70	7	7,5	6	108	3	3,5	4,5
33	7	4,5	5,5	71	10	6,5	7,5	109	6	4,5	5,5
34	7	5	5	72	10	8	8	111	5	5	5
35	6	5	4	73	11	6,5	7,5	113	5	5	4
36	6	4,5	5,5	74	5	5	5	114	3	3,5	4,5
39	5	5	4	77	4	5	4				

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

En las tablas 2-3, 3-3 y 4-3 constan los resultados de las cosechas realizadas, en las cuales se detalla el peso del hongo el ancho y largo del sombrero obtenido de acuerdo a cada residuo donde fueron cultivados.

3.3. Producción del hongo en sustratos diferentes

Tabla 5- 3: Comparación de la producción en diferentes residuos frutales.

RESIDUO	Número de hongos recolectados	Peso del hongo(g)	ancho sombrero (cm)	largo sombrero (cm)
NARANJA	60	95	5,1	5,3
TOMATE	34	293	6,2	6
DURAZNO	6	24	4,4	2,5
MORA	10	73	4,7	4,1
GUAYBA	15	81	4,6	5,2
TODOS	114	881	5,5	6

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

En la tabla 5-3 se puede determinar que en todos los residuos empleados durante la fase de prueba y posterior, cumplían con los requisitos para ser utilizados como potenciales sustratos, ya que en todos hubo producción.

Evidenciando así un menor número de hongos producidos en el residuo de durazno los cuales fueron solamente 6 unidades, pero las dimensiones fueron 4,4 y 2,5 cm y un peso no mayor a 24 g. En el de naranja hubo una mayor producción se recolectaron 60 hongos con diámetros entre los 5,1 y 5,3 cm, con un peso de 95 g, como resultado en la mezcla de residuos obtuve 114 hongos con diámetros que oscilan entre 5,5 y 6 cm teniendo una mejor producción en cuanto a la cantidad y al tamaño del hongo siendo uniforme.

Según la bibliografía revisada producción en el sustrato de uchuva es de 65 unidades de hongos recolectados con dimensiones de 4,5 y 5 cm, en la de tusa de mazorca 34 hongos cosechados y con diámetros de 4 y 5.5 cm.

3.4. Producción del hongo obtenido en la mezcla de los residuos.

Tabla 6- 3: Valores obtenidos en las cosechas.

Cosecha	Primera Cosecha	Segunda Cosecha	Tercera Cosecha	Cuarta Cosecha
Nº de hongos recolectados	57	17	23	17
Peso (g)	449	154	198	80

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

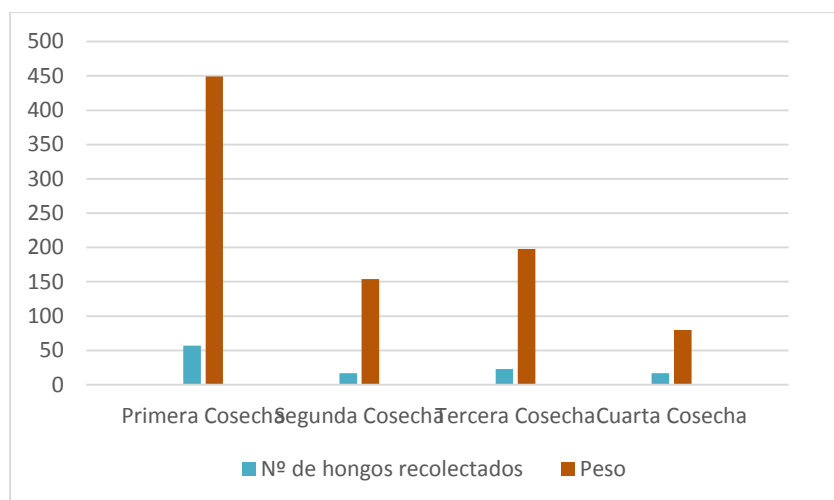


Gráfico 1-3: Peso de los hongos producidos

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

En la tabla 6-3 se observa que durante la primera cosecha existió una mayor cantidad de hongos producidos, ya que el residuo estaba en sus condiciones adecuadas para desarrollarse obteniendo así 57 hongos en donde los pesos variaban teniendo un mínimo de 3 gramos y un máximo de 37 gramos los mismos que se pueden evidenciar en la tabla 4-3.

A medida que se realizaban las posteriores cosechas la cantidad de hongos iba disminuyendo hasta obtener en la cuarta cosecha 17 hongos recolectados con un peso de 80 gramos el peso recolectado varía entre 3 y 6 gramos. Comportamiento similar a lo observado en cultivos sobre residuos lignocelulósicos, con muy pequeñas variaciones que no constituyen cambios de consideración, más bien proporcionan importante información respecto a la gran capacidad del hongo para adaptarse a diferentes medios y condiciones de cultivo.

3.5. Análisis Estadístico de la variación de Temperatura

Tabla 7- 3: Variación de temperatura

	T° DICIEMBRE	T° ENERO	T° FEBRERO	T° MARZO	T° ABRIL
N					
Válidos	31	31	28	31	30
Perdidos	0	0	3	0	1
Media	26,32	26,32	26,43	26,32	26,33
Error típ. de la media	,156	,170	,188	,170	,182
Mediana	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00
Moda	26	26	26	26	26
Desv. típ.	,871	,945	,997	,945	,994
Varianza	,759	,892	,995	,892	,989
Mínimo	25	25	25	25	25
Máximo	28	29	29	29	29
Suma	816	816	740	816	790

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

El análisis de la temperatura del mes de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Abril su moda y mediana eran de 26°C así como el máximo de temperatura fue de 27°C a 29°C y el mínimo de 25°C; la temperatura se mantiene relativamente constante y en un promedio de 25°C, ya que la temperatura juega un papel determinante para el cultivo, éste se desarrolla de manera óptima. Además, las condiciones ambientales de humedad y temperatura del sector no requirieron de ambientación alguna, facilitando la ejecución del tratamiento biotecnológico de estos residuos.

3.6. Análisis Estadístico de la Variación de Humedad

Tabla 8- 3: Variación de Humedad

	H% DICIEMBRE	H% ENERO	H% FEBRERO	H% MARZO	H% ABRIL
N					
Válidos	31	31	28	31	30
Perdidos	0	0	3	0	1
Media	74,06	75,29	74,29	74,52	75,37
Error típ. de la media	,637	,633	,672	,661	,622
Mediana	75,00	78,00	76,00	76,00	77,00
Moda	70	78	78	78	78
Desv. típ.	3,549	3,523	3,558	3,678	3,409
Varianza	12,596	12,413	12,656	13,525	11,620
Mínimo	70	70	70	70	70
Máximo	80	78	78	78	78
Suma	2296	2334	2080	2310	2261

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017



La humedad obtenida en los meses de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Abril fueron muy satisfactorias ya que contábamos con una humedad máxima de 78 a 80 % y una humedad mínima de 70%

Los niveles de humedad varían en función de la temperatura, por lo que no existen variaciones de consideración; la retención de la humedad del sustrato permite utilizar el agua para sus funciones metabólicas, y a su vez, la retención depende de la granulometría del sustrato y de la porosidad de las partículas que lo componen, que en este caso fueron las adecuadas, lo que se evidencia por los resultados obtenidos. El aire puede ser el factor más difícil de controlar, por lo que se debe adoptar una metodología adecuada, que puede ser por medio de la instalación de sistemas de ventilación apropiados.

3.7. Métodos de evaluación de las variables

La presente tabla detalla las variables con sus respectivos indicadores y fotografías como seguimiento a la evaluación del presente trabajo de investigación.

Tabla 9- 3: Evaluación de Variables

VARIABLES	INDICADORES	FOTOGRAFIA
PROLIFERACIÓN DEL MICELIO SOBRE EL SUSTRATO	Se consideró el tiempo transcurrido desde la siembra	
DÍAS POSTERIORES A LA COSECHA DEL HONGO	Se tomó el tiempo desde que los sustratos fueron puestos en condiciones de fructificación, hasta el primer corte cuando el hongo ya este maduro.	

DÍAMETRO DE LOS SOMBREROS	A cada sombrero del hongo, se midió el largo y ancho del hongo.	
NÚMERO DE SOMBREROS POR RACIMO	Mediante un conteo directo se pudo observar la cantidad de hongos producidos por racimo.	

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

3.8 Análisis de Variables

Tabla 10- 3: Tiempo total del cultivo (días)

Variable ANALIZADA	RESIDUO TOMATE	RESIDUO MORA	RESIDUO GUAYABA	RESIDUO DURAZNO	RESIDUO NARANJA	MEZCLA DE LOS RESIDUOS
Tiempo total del cultivo (días)	38	39	38	35	59	48

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

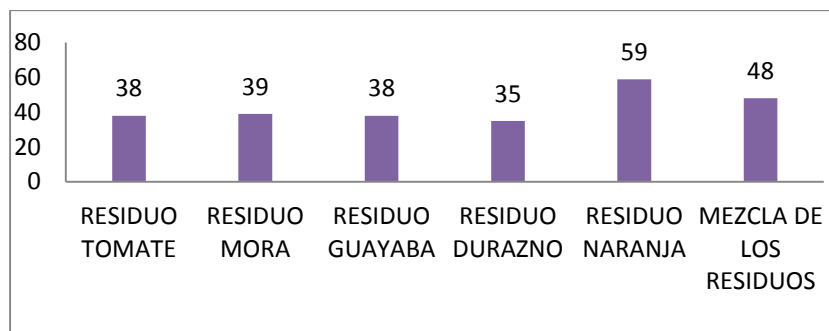


Gráfico 2- 1: Tiempo total de cultivo

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

Como se observa en la Tabla 10-3, el tiempo total del cultivo en el sustrato de la mezcla de todos residuos fue de 48 días, está dentro del rango considerando con cada uno de los residuos de fruta empleados individual mente. Coincidiendo con la información bibliográfica se reporta el tiempo en días, que son similares para los cultivos realizados en el capacho de uchuva (uvilla) que es de 41 días, cáscara de arveja de 49 días, tuza de mazorca 52 días y el aserrín de roble 39 días.

Tabla 11- 3: Días posteriores a la cosecha del hongo

VARIABLE ANALIZADA	RESIDUO TOMATE	RESIDUO MORA	RESIDUO GUAYABA	RESIDUO DURAZNO	RESIDUO NARANJA	MEZCLA DE LOS RESIDUOS
Días posteriores a la cosecha del hongo	8	8	7	6	7	9

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

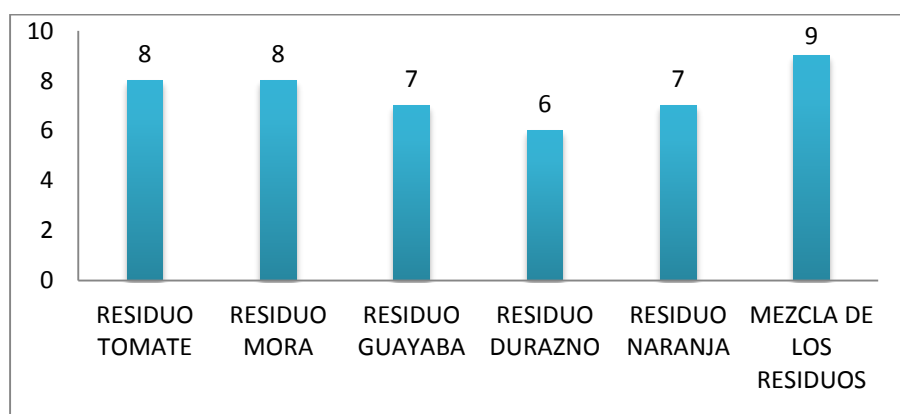


Gráfico 3- 3: Días posteriores a la cosecha del hongo

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

En la tabla 11-3 se observa residuos empleados individualmente y en la mezcla de los residuos tardaron aproximadamente de 6 a 9 en realizar las posteriores cosechas, en el caso del residuo de durazno fue el que tardo solo 6 días en producir nuevos hongos, en la mezcla de todos los residuos tardo 9 días para seguir cosechando.

Tabla 12- 3: Periodo requerido para la obtención del micelio.

VARIABLE ANALIZADA	RESIDUO TOMATE	RESIDUO MORA	RESIDUO GUAYABA	RESIDUO DURAZNO	RESIDUO NARANJA	MEZCLA DE LOS RESIDUOS
Tiempo (días)	30	31	31	29	39	39

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

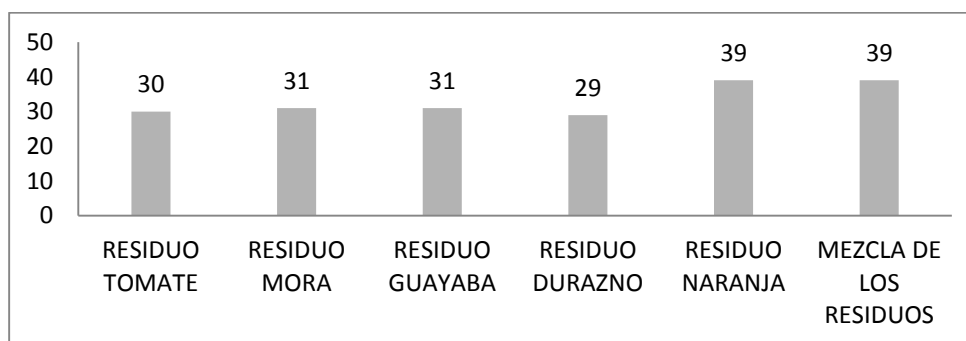


Gráfico 4- 3: Periodo requerido para la obtención del micelio.

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

La presente tabla hace referencia al periodo requerido para la obtención del micelio, en otras investigaciones manifiestan que para algunos residuos como la cáscara de arveja se necesitaron 23 días, tuza de mazorca 27 días y el aserrín de roble 18 días, en la presente investigación el tiempo requerido para la obtención de micelio en los residuos de durazno es 29 días y la mezcla de todos los residuos es de 39 días. Demostrándose que los residuos frutales, constituyen sustratos apropiados para cultivar este hongo.

Tabla 13- 3: Número de hongos producidos

VARIABLE ANALIZADA	RESIDUO TOMATE	RESIDUO MORA	RESIDUO GUAYABA	RESIDUO DURAZNO	RESIDUO NARANJA	MEZCLA DE LOS RESIDUOS
Numero de hongos producidos	34	10	15	6	60	114

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

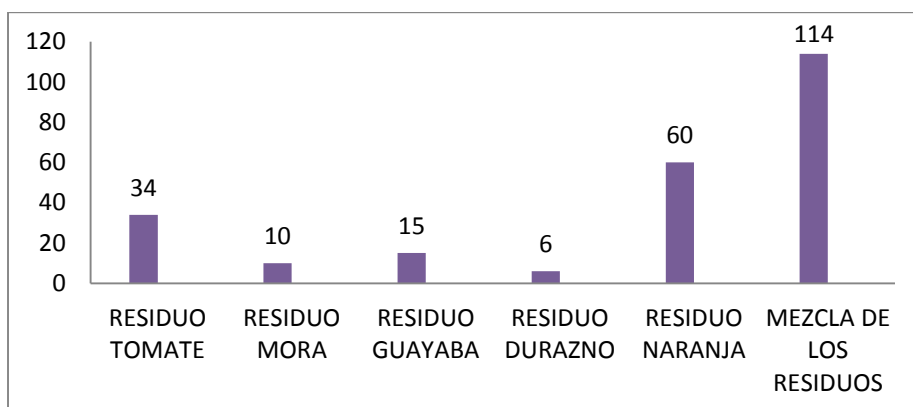


Gráfico 5- 3: Número de hongos producidos

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

En la TABLA 13-3 se evidencia la cantidad de hongos producidos durante las cosechas; en el residuo de durazno se obtuvieron 6 hongos, mientras que la mezcla de todos los residuos se obtuvo una cantidad significativa de 114 hongos en cuatro cosechas, de distintos pesos y dimensiones.

En algunos sustratos evaluados de acuerdo a la información bibliográfica, el número de hongos producidos en el capacho de uchuva (uvilla) es de 65g y en el de aserrín de roble 59g. Lo que permite deducir que la producción de hongos en la mezcla de los residuos frutales empleados en esta investigación, es factible, e inclusive es superior que en los demás sustratos evaluados.

Tabla 14-3: Peso de los hongos cosechados

VARIABLE ANALIZADA	RESIDUO TOMATE	RESIDUO MORA	RESIDUO GUAYABA	RESIDUO DURAZNO	RESIDUO NARANJA	MEZCLA DE LOS RESIDUOS
PESO DE LOS HONGOS COSECHADOS	293	73	81	24	395	881

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

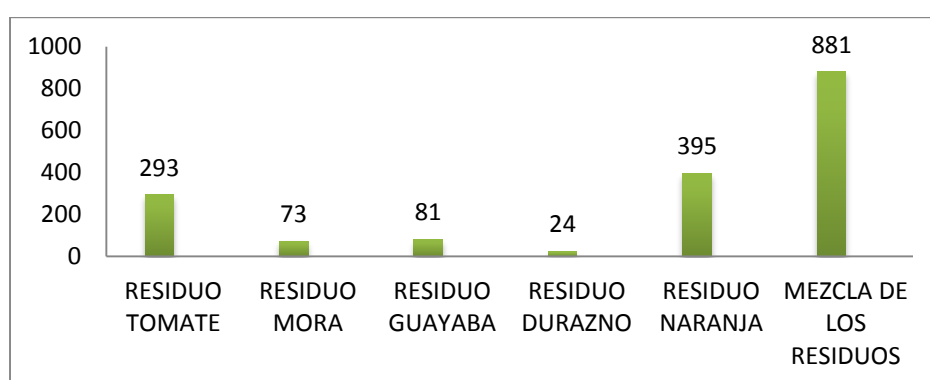


Gráfico 6- 3: Peso de los hongos cosechados

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

En la tabla 14-3 se reporta el peso total de los hongos cosechados, en el cultivo de durazno se obtuvo de 24 gramos en tan solo 6 hongos producidos; mientras que en la mezcla de los residuos se obtuvo un peso de 881 gramos en 114 hongos recolectados durante las 4 cosechas (Tabla 4-3)

Tabla 15- 3: Número de sombreros por racimo

VARIABLE ANALIZADA	RESIDUO TOMATE	RESIDUO MORA	RESIDUO GUAYABA	RESIDUO DURAZNO	RESIDUO NARANJA	MEZCLA DE LOS RESIDUOS
Número de sombreros (píleo) por racimo	4	5	5	3	7	8

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

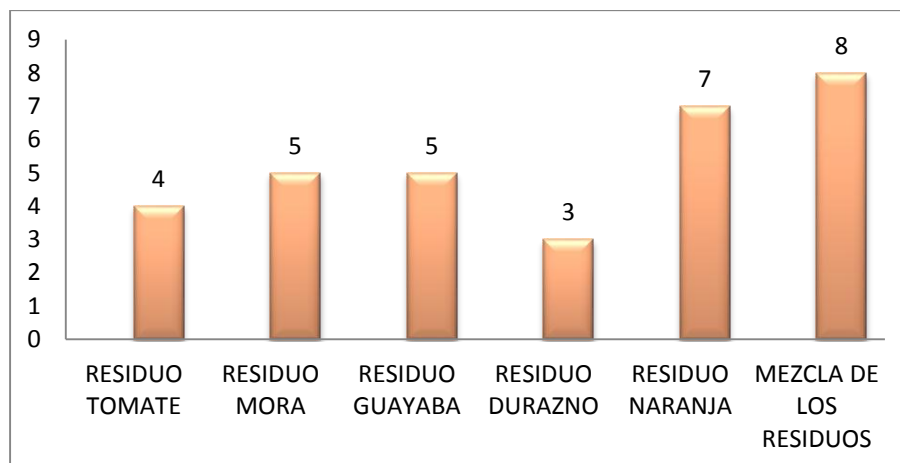


Gráfico 7- 3: Número de sombreros por racimo

Elaborado por: ROBALINO Verónica, 2017

La cantidad de hongos por racimo. Tabla 15-3. resulta menor en el residuo de durazno en el que solo se obtuvo 3 racimos de 2 hongos con un peso de 4gramos cada uno, en la mezcla de todos los residuos se evidenció un gran crecimiento de 8 racimos los cuales contenían entre 6 o 7 hongos de 3 a 5 gramos en cada racimo.

3.9. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Tabla 16- 3: Análisis Bromatológico del sustrato ya utilizado

NÚMERO. LAB : L ID MUESTRA	MUESTRA ID	Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %
q 14,1	residuo de frutas	17,30	32,19	3,00	13,55

Fuente: LABOQT Asesoramiento y Gestión Analítica

Tabla 17- 3: Análisis Bromatológico del hongo producido

NÚMERO. LAB : L ID MUESTRA	MUESTRA ID	Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %
q 14,2	hongo(Pleurotus Ostreatus)	26,76	10,54	2,81	8,76

Fuente: LABOQT Asesoramiento y Gestión Analítica

De acuerdo a los resultados del análisis bromatológico obtenido (LABOQT Asesoramiento y Gestión Analítica) la mezcla de todos los residuos antes del tratamiento biotecnológico, reportó un contenido de proteína de 29,67%, de fibra de 37%, grasa de 1,40 y ceniza 11,41%.

Los valores indicados en la Tabla 16-3, demuestran que la cantidad de proteína, fibra, grasa disminuyó, debido a que el hongo aprovechó todos los nutrientes para su desarrollo y crecimiento.

En la Tabla 17-3 se reportan los valores nutricionales del hongo producido en la mezcla de los residuos frutales. En investigaciones anteriores, el hongo posee un rango de proteínas de 24.64 a 30.40% de fibra de 8.5a 14% de grasa de 3.1 a 9.25% según Cardona,2001.

El hongo cultivado en sustrato de residuos de frutas presenta mejores características; de acuerdo a la información obtenida del análisis bromatológico, es apto para el consumo humano, se reportan valores como 26,76% de proteína y 10,54% de fibra; pudiendo ser incorporados en la dieta diaria como importante alternativa proteica para la alimentación humana.

CONCLUSIONES

- Empleando la técnica biotecnológica de Fermentación en Estado Sólido, se logró aprovechar de manera integral los residuos frutales generados en el cantón Patate.
- Los sustratos empleados para la FES, son los residuos de naranja, mora, tomate y guayaba, luego se utilizó la mezcla de los mismos.
- Se obtiene mejores resultados cuando se trabaja con la mezcla de los residuos.
- El alto contenido de azúcar de los residuales empleados constituye la más importante fuente de carbono para el desarrollo del hongo, facilitando el proceso fermentativo.
- La característica física del pH de los residuales frutales utilizados no ejerce mayor influencia en La Fermentación en Estado Sólido.
- Los valores obtenidos del análisis bromatológico son: 10,05% de fibra y 26,76% de proteína, determinan que el hongo *Pleurotus ostreatus* cosechado en estos residuos constituye una importante alternativa proteica para la alimentación humana.

RECOMENDACIONES

- Utilizar la técnica de la Fermentación es estado sólido (FES) como una alternativa eficaz para el tratamiento de residuos de frutas.
- Ensayar con otros residuos como los de limón, controlando las condiciones de trabajo para aprovecharlos en este tipo de cultivo.
- Optimizar las condiciones de trabajo para mejorar la producción.
- Aprovechar otros tipos de residuos generados en la agricultura, para cultivar hongos comestibles como una importante alternativa de industrialización y comercialización.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ALVAREZ–CASTILLO.** *Aprovechamiento integral de los materiales lignocelulósicos*. [pdf]. Iberoamericana de Polímeros. 2012.
[Consulta: 13 de mayo 2017]
Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/x8234s/x8234s08.htm>.
2. **ASOCIACIÓN MICOLÓGICA FUNGIPEDIA.** Taxonomía *Pleurotus ostreatus*. [pdf]
Mexico. 2015
[Consulta: 21 de Junio 2017]
Disponible en <http://www.fungipedia.org/hongos/pleurotus-ostreatus.html>:
3. **BERMUDEZ, R.C.** Apuntes del curso “*Aprovechamiento Biotecnológico de Residuos Industriales*” ESPOCH. Revista del seminario. Vol. 5. 2008. pp. 7-11.
4. **BERMUDEZ, R.** Producción de *Pleurotus* p.florida. sobre residuales de la industria Cafetera de Cuba. Revista Micología Neotropical Aplicada. Vol.7. 1994. pp. 47-50.
5. **CASTRO, H. R.** Aprovechamiento de residuos agroindustriales frutas para la obtención aprovechamiento de residuos agroindustriales . Revista ciencia y tecnología, Vol. 2. 2011. p. 30.
6. **DEACON, J. W.** *Introducción a la Micología Moderna*. 3ª ed. México D.F.-México. Editorial Limusa. 1990. p. 350.
7. **ESCOBEDO, R.** (2014). Producción de hongo seta. [pdf]. Mexico. 2014.
[Consulta: 17 de mayo del 2017]
Disponibl
en <http://www.sagarpa.gob.mx/ desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Producci%C3%B3n%20de%20Hongo%20Seta.pdf>
8. **FONSECA CORREA, M. N.** Aplicación y sistematización de la propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidades de la parroquia urbana Patate, cantón Patate, mediante el uso de herramientas SIG. (Tesis pregrado). Escuela Superior Politécnica del

- Ejército.Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Sangolqui-Ecuador. 2013. pp. 34-37, 47-63. [En línea]
[Consulta: 22 de Julio 2016]
<http://repositorio.cedia.org.ec/bitstream/123456789/854/1/Perfil%20territorial%20PATATE.pdf>.
9. **GALVAN, S.** Los hongos comestibles y su cultivo historia, desarrollo actual y perspectivas en México y el mundo. [pdf]. México. 2014.
[Consulta: 23 de Abril 2017]
Disponible en
<http://sistemas.fciencias.unam.mx/~germoplasma/files/s6/Sierra%20Galvan.pdf>
 10. **GARCÍA, M.** Nuevas técnicas de cultivo del *pleurotus ostreatus*. Madrid-España. Publicaciones Agrarias. 2013. pp. 47-48
 11. **MILLA, A.** Introducción al cultivo de hongo *pleurotus ostreatus*, Cataluña-España. Editorial Inea. 2007. pp.32-37.
 12. **Oh, S. J.** Producción de hongos seta.[pdf]. Colombia. 2000.
[Consulta: 15 de Junio 2017]
Disponible en <http://www.mailxmail.com/curso-produccion-hongos-seta/cosecha>:
 13. **PASTRANA, L** Fundamentos de la fermentación.[pdf]. Peru. 2009.
[Consulta: 12 de Abril 2017]
Disponible en <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/11358129609487556>
 14. **SAURI RIANCHO, M.** Aplicación del composteo como método de tratamiento de los residuos de frutas producidos en zonas de alta generación. *Revista Sistema de Información Científica*. España. Vol 4. pp. 1-13
 15. **SENTHILKUMAR, S. et al.** Decolourization potential of white-rot fungus *Phanerochaete chrysosporium* on synthetic dye bath effluent containing Amido black 10B. *Journal of Saudi Chemical Society*. New York. pp. 845 - 853.

- 16. SOTO VELAZCO, C.** (Agosto de 2003. La siembra, incubacion y cosecha de las setas. [pdf]. Bogotá. 2003.
[Consulta: 13 de Marzo 2017]
Disponible en <http://setascultivadas.com/articuloagosto2003.html>
- 17. XAXENI GROUP.**Cosechando natural. [pdf]. Mexico. 2009.
[Colsutada: 11 de Enero 2017]
https://www.cosechandonatural.com.mx/siembra_de_micelio_para_hongo_setas_guia36.htm
- 18. ZADRAZIL.** Producción de hongos. [pdf]. México. 2011.
[Consulta: 15 de Diciembre 2016
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Produccion%20de%20Hongo%20Seta.pdf>
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Produccion%20de%20Hongo%20Seta.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: CAJAS PETRI

Anexo 1A: Cepa de *Pleurotus Ostreatus* en cajas Petri



Anexo 2A: Caja contaminada



ANEXO B: RECOLECCION DE FRUTAS

Anexo 1B: En los huertos



Anexo 1B: En la empresa de frutas



Anexo 3B: En el restaurant Valle del Rio



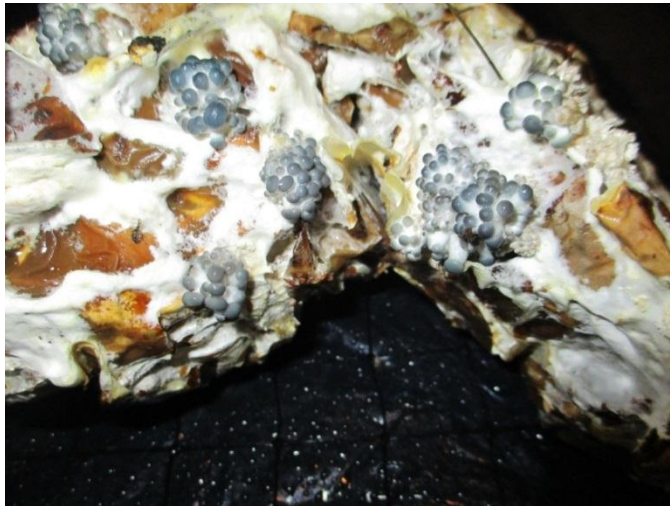
ANEXO C: MEZCLA DEL INÓCULO CON EL SUSTRATO



ANEXO D: INCUBACIÓN



ANEXO E: APARICION DE PRIMORDIOS



ANEXO F: FRUCTIFICACIÓN

Anexo 1F: Hongo en sustrato de Tomate



Anexo 2F: Hongo en sustrato de Naranja



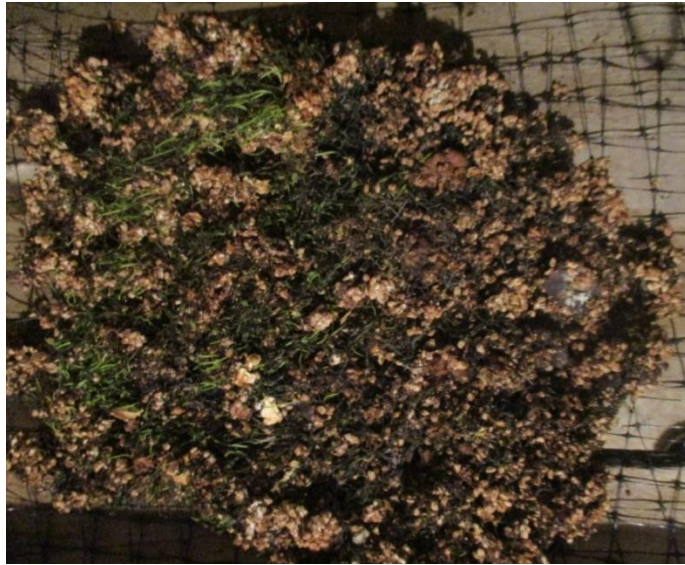
Anexo 3F: Hongo en sustrato de Guayaba



Anexo 4F: Hongo en todos los residuos



ANEXO G: FINAL DE PRODUCCIÓN



ANEXO H: DISPOSICIÓN FINAL DEL SUSTRATO UTILIZADO



ANEXO I: RESUMEN DE LA PRODUCCION DE PLUROTUS OSTREATUS

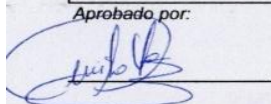
RESUMEN DE LA PRODUCCION DE PLUROTUS OSTREATUS						
VARIABLE ANALIZADA	RESIDUO TOMATE	RESIDUO MORA	RESIDUO GUAYABA	RESIDUO DURAZNO	RESIDUO NARANJA	MEZCLA DE LOS RESIDUOS
Tiempo total del cultivo (días)	38	39	38	35	59	48
Días posteriores a la cosecha del hongo	8	8	7	6	7	9
Periodo requerido para el desarrollo del micelio (días)	30	31	31	29	39	39
Número de hongos producidos	34	10	15	6	56	114
Peso de los hongos cosechados	293	73	81	24	395	881
Número de sombreros por racimo	4	5	5	3	7	8

ANEXO J: ANALISIS BROMATOLOGICO DE LOS RESIDUOS FRUTALES EMPLEADOS COMO SUSTRATO.

FORMULARIO FQ	LABOQT Asesoramiento y Gestión Analítica Ruc 1803221249001	INFORME DE RESULTADOS Pág 1 de 1
Cliente: Dirección: Ciudad: Provincia: Preservación de la muestra:	Verónica Robalino Patate Patate Tungurahua Lugar seco y fresco	Muestreado : Verónica Robalino Fecha de recep.: 17/01/2017 Fecha de inicio del análisis: 17/01/2017 Fecha de finalización : 25/01/2017

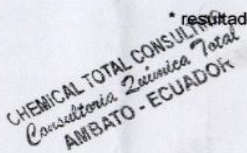
NUMERO . LAB :	ID MUESTRA	p H	C.E	Humedad %	Proteína % *	Fibra %	Grasa %	Ceniza %	Azúcares totales %
q 14,3	residuo de frutas	4.33	1.2ms/cm	89,24	29,67	37,00	1,40	11,41	1,90
Método		electroquímico	electroquímico	Gravimétrico	Khjeldahl	Gravimétrico	soxhlet	Gravimétrico	volumétrico

Aprobado por:



QUÍM. ANITA LUCIA VELASCO

* resultado expresado en muestra seca



LABOQT. Se responsabiliza unicamente de los análisis
 Los resultados corresponden unicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

Servicios analíticos: agua, abonos químicos, foliares , alimentos, balanceados, suelos,
 Microbiología: Aguas, suelos, alimentos
 Movilización para toma de muestras
 Guillermo Brawn s/n y José de San Martín Ambato – Ecuador Tlf: 0994992833

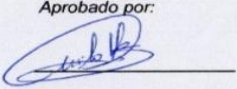
ANEXO 1J: ANALISIS BROMATOLOGICO DEL SUSTRATO DESPUES DE LA PRODUCCIÓN

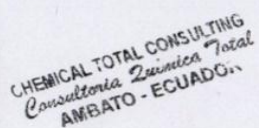
FORMULARIO FQ	LABOQT Asesoramiento y Gestión Analítica Ruc 1803221249001	INFORME DE RESULTADOS Pág 1 de 1
----------------------	---	--

Cliente: Verónica Robalino Dirección: Patate Ciudad: Patate Provincia: Tungurahua Preservación de la muestra: Lugar seco y fresco	Muestreado: Verónica Robalino Fecha de recep.: 10/07/2017 Fecha de inicio del análisis: 10/07/2017 Fecha de inicio de finalización: 17/07/2017	
--	---	--

NUMERO . LAB :	ID MUESTRA	Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %
q 14,1	residuo de frutas	17,30	32,19	3,00	13,55
Método		Khjeldahl	Gravimétrico	soxhlet	Gravimétrico

Aprobado por:


 QUÍM. ANITA LUCIA VELASCO



LABQT. Se responsabiliza unicamente de los análisis
 Los resultados corresponden unicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

Servicios analíticos: agua, abonos químicos, foliares, alimentos, balanceados, suelos,
 Microbiología: Aguas, suelos, alimentos
 Movilización para toma de muestras
 Guillermo Brawn s/n y José de San Martín Ambato – Ecuador Tlf: 0994992833

ANEXO 2J: ANALISIS BROMATOLOGICO DEL HONGO OBTENIDO

INFORME DE RESULTADOS
 Pág 1 de 1

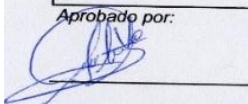
Asesoramiento y Gestión Analítica
 Ruc 1803221249001

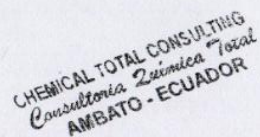
Cliente: Verónica Robalino
Dirección: Patate
Ciudad: Patate
Provincia: Tungurahua
Preservación de la muestra: Lugar seco y fresco

Muestreado: Verónica Robalino
Fecha de recep.: 10/07/2017
Fecha de inicio del análisis: 10/07/2017
Fecha de inicio de finalización: 17/07/2017

NUMERO . LAB :	ID MUESTRA	Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %
q 14,2	hongo(pleurotus ostreatus)	26,76	10,54	2,81	8,76
Método		Khjeldahl	Gravimétrico	soxhlet	Gravimétrico

Aprobado por:


QUÍM. ANITA LUCIA VELASCO



LABQT. Se responsabiliza únicamente de los análisis
 Los resultados corresponden únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

Servicios analíticos: agua, abonos químicos, foliares, alimentos, balanceados, suelos,
 Microbiología: Aguas, suelos, alimentos
 Movilización para toma de muestras
 Guillermo Brawn s/n y José de San Martín Ambato – Ecuador Tlf. 0994992833